



Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Nordeste

Trabajo Final de Graduación
Modalidad Tesina

“Evaluación de características productivas en híbridos de *Acroceras macrum*”

Autor: Juan Pablo Basualdo

Asesora: Doctora Ferrari Usandizaga, Silvana Consuelo

Año: 2019

Índice

Antecedentes	3
Objetivo General	4
Objetivos Específicos.....	4
Materiales y Métodos	5
Producción de biomasa	5
Cobertura de suelo	6
Variables morfológicas	7
Variables Fisiológicas.....	8
Calidad Nutricional	9
Análisis estadísticos.....	9
Resultados.....	11
Análisis de Componentes Principales (CP).....	16
DISCUSIÓN	19
Conclusiones y perspectivas.....	24
Bibliografía	25

“Evaluación de características productivas en híbridos de *Acroceras macrum*”

Antecedentes

La implantación de especies forrajeras perennes ofrece en la dinámica ganadera un aumento tanto en la calidad como en la cantidad de forraje producido en diferentes tipos de ambientes, comparado con los pastizales naturales de cada región. Generalmente estas pasturas se encuentran adaptadas a los lugares en los cuales se implantan, y debido a que generalmente son seleccionadas o modificadas genéticamente, presentan mejores características productivas respecto a las líneas silvestres o que la mayoría de las especies que normalmente componen el pastizal natural. La implantación de pasturas productivas y de calidad, se recomienda para mejorar el potencial nutricional de un determinado ambiente, y conseguir mayores ganancias de peso en el ganado y a su vez aumentar la receptividad por unidad de superficie.

Los suelos húmedos con deficiente drenaje y tendencia al anegamiento del NEA, generalmente son de textura arcillosa y se caracterizan por una fertilidad media (Garbulsky y Deregibus 2004). El pastizal típico de estos suelos está compuesto predominantemente por gramíneas C₄ de muy baja calidad y productividad, por lo cual la receptibilidad de estos ambientes es muy baja.

En la década del 70' el Agricultural Research Council (ARC, Cedara, Sudáfrica) desarrolló un programa de mejoramiento de *Acroceras macrum* (pasto nilo) una interesante especie de origen africano. Se colectó material de diferentes poblaciones africanas, y obtuvieron híbridos que seleccionaron por su capacidad productiva y algunas características relacionadas a la rusticidad, especialmente la no incidencia de enfermedades. Como producto de ese programa se inscribió el único cultivar comercial de la especie que existe hasta la actualidad, el cv “Cedara Select”, de propagación clonal (Rhind y Goodenough 1976, 1979; Theron y Arnott 1979).

Durante las décadas de los 80'-90', productores del nordeste de Argentina (NEA) importaron el cv Cedara Select y el INTA comenzó a evaluar sus características productivas en el NEA obteniendo resultados prometedores (Royo Pallares y Altuve 2000).

A. macrum es una gramínea perenne que, aunque posee anatomía foliar C₃ (Zuloaga *et al.* 1987), tiene crecimiento estival y se desarrolla en ambientes subtropicales, preferentemente con alto contenido de humedad. Es por ello que constituye una alternativa a tener en cuenta para lugares con tendencia a pasar periodos de anegamiento prolongados muy característicos de algunas regiones del NEA. Tiene una alta calidad nutricional, al igual que otras gramíneas C₃ ya que posee un alto contenido proteico, palatabilidad y digestibilidad. Esta característica, sumada al potencial rendimiento en biomasa que se puede lograr con líneas selectas y a la notable persistencia que caracteriza la especie, la hacen muy superior a cualquiera de las gramíneas que naturalmente crecen en ambientes anegados típicos del NEA. La especie es,

por lo tanto, muy interesante para el mejoramiento mediante cruzamiento y selección, de modo de lograr líneas que permitan el aumento de la eficiencia productiva de los humedales a nivel regional.

En un ensayo realizado previamente en el mismo ambiente y localidad que el presente trabajo, Gandara *et al.* (2016) alcanzaron un rendimiento de 5.000 Kg/ha, con una frecuencia de corte de 40 días a la salida del verano (abril). En cuanto a su calidad nutricional, el cv Cedara Select, presentó contenidos de PB de 17% promedio en hojas, 7% promedio en tallo y 10,5% promedio de la porción aérea; con un 2.85 Mcal/Kg promedio de energía digestible (Gándara *et al.* 2016). Esto refleja el potencial productivo de la pastura en condiciones de pastoreo.

Con la introducción de las 57 líneas por parte del ARC en Corrientes y los estudios básicos (2011) realizados en niveles de ploidía, diversidad genética y aspectos reproductivos (Ferrari Usandizaga, 2015) permitieron la caracterización de 27 líneas genéticamente diferentes con una diversidad genética suficiente para dar inicio a un programa de mejoramiento (Ferrari Usandizaga *et al.* 2012, 2013, 2014, 2015; Ferrari Usandizaga, 2012, 2015; Schedler *et al.* 2013, 2014; Weiss *et al.* 2013). Esto dio origen a una mejora de corto plazo en donde a partir de cruzamientos se obtuvieron 16 familias de hermanos completos, con un total de 169 híbridos que presentaron una importante variabilidad agronómica. La diversidad encontrada en las características agronómicas evaluadas, hace esperable que exista variabilidad en otras características que repercuten en el aspecto productivo de la pastura, lo cual podría generar un impacto positivo en la colonización de ambientes anegados de la provincia de Corrientes.

Objetivo General

Evaluar la diversidad existente en una población de híbridos de *A. macrum* en el estado de plantas individuales en relación a características agronómicas y productivas.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la población de híbridos en el estado de plantas individuales comparando características agronómicas y morfológicas:
 - a. Producción de biomasa.
 - b. Cobertura de suelo.
 - c. Morfología y estructura de la planta.
 2. Obtener una subpoblación que represente la diversidad del total de los híbridos para futuras evaluaciones del comportamiento de los mismos en parcelas, como parte de un programa de mejoramiento basado en cruzamiento y selección.
-

Materialles y Métodos

La evaluación se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes del INTA, ubicada en la Ruta Nacional N° 12, km 1008, El Sombrero (Corrientes), Argentina, a 27° 40' 5" latitud Sur, 58° 45' 48" longitud Oeste y 64 m sobre el nivel del mar, en el periodo productivo 2017-2018, sobre una población base de *Acroceras macrum* compuesta por 169 híbridos tetraploides, plantados como matas individuales (Figura 1). El diseño del ensayo fue en 16 bloques al azar con dos repeticiones, donde cada bloque fue una de las familias de híbridos hermanos completos que componían el ensayo. Cada familia estuvo compuesta por un número variable de híbridos (un total de 147) y el conjunto de 22 genotipos parentales (también tetraploides) se consideró un bloque más. El ensayo incluyó además al cv. Cedara Select. Si bien el diseño experimental estuvo bloqueado, las evaluaciones se realizaron sobre los híbridos independientemente de la familia a la que pertenecían.



Figura 1. Lote con 169 genotipos de *Acroceras macrum*.

Producción de biomasa

La producción se evaluó realizando 5 cortes en el periodo productivo comenzando el 4 de octubre de 2017. El segundo y tercer corte fueron realizados en un lapso de 30 días entre ellos y con respecto al primero, y un cuarto corte a los 45 días, finalizando el periodo con el último a los 11 días del mes de abril de 2018. El método utilizado fue el del corte y pesada, a partir de un muestreador rectangular con una superficie de 0.125 m², realizando el corte con tijeras aproximadamente a 10 cm sobre el nivel del suelo. El material recolectado se pesó en fresco (PF) y luego fue llevado a estufa hasta obtener peso constante, tras lo cual se realizó la determinación del peso seco (PS) (Figura 2). Se calculó la biomasa (seca) producida por hectárea en cada corte (BM) con la siguiente fórmula:

$$BM=PS*10000/0.125$$

La Biomasa acumulada BMA se calculó como la suma de todos los cortes durante el periodo de producción. Se determinó el porcentaje de materia seca (%MS) a partir del PS, aplicando la fórmula

$$\%MS = PS * 100 / PF.$$



Figura 2. (a) lote en proceso de corte. (b) muestras para determinación de peso seco, en estufa de secado.

Cobertura de suelo

La capacidad de cobertura del suelo de cada híbrido se determinó teniendo en cuenta diferentes variables relacionadas a ello:

Superficie de la planta: Se midió el diámetro de cada planta utilizando una regla graduada en centímetros y milímetros. Se obtuvieron 2 valores, diámetro mayor (a) y diámetro menor (b) y a partir de los mismos se estimó el área ocupada por la planta a partir de la siguiente fórmula (S) según: $S = \pi ab/4$. A partir de este cálculo se obtuvo un valor medio del área ocupada. Con este método se intentó replicar una elipse para aplicar la fórmula, considerando el mejor método para representar la forma de cada mata.

Densidad de macollos (Mc/Pl.): tras los cortes, en un lapso de 7-10 días, se contaron macollos con un muestreador de superficie conocida (0.2 m^2) (Figura 3), y se estimó el número de macollos por planta, según:

$$Mc/Pl. = \text{macollos por superficie (muestreada)} * S/0.2.$$

A partir de ese valor se determinó el número aproximado de macollos que se distribuyen en la superficie ocupada por cada planta. El número de macollos por metro cuadrado (Mc/m^2) se calculó según:

$$Mc/m^2 = \text{macollos por superficie (muestreada)} / 0.2.$$



Figura 3. (a) medición diámetros de la base de las plantas, para estimación de superficie. (b) muestreador utilizado en el conteo de macollos. (c) y (d) macollos emergentes, tenidos en cuenta en el conteo (pos corte).

Variables morfológicas

Se determinó el largo promedio de los entrenudos ($E1+E2+E3$) de tallos no reproductivos (sin vara floral) tomando la medida a partir del primer nudo visible sobre la base de la planta, hasta tres superiores. Se utilizó una regla graduada en centímetros y milímetros.

Las dimensiones del largo (LHV) y ancho (AHV) promedio de láminas foliares en tallos no reproductivos, se determinaron sobre la primera hoja totalmente expandida. Se utilizó una regla graduada en centímetros y milímetros. El ancho se determinó sobre la base de la lámina y el largo desde la base hasta el ápice de la hoja.

La altura de planta se tomó desde la base hasta la última hoja visible, sin contar el largo de las espigas, en el caso de que esta se encuentre en floración.

Crecimiento pos pastoreo (Crnto. p. Ptreo.) se tomó desde la base hasta la última hoja visible, sin contar el largo de las espigas, en el caso de que esta se encuentre en floración.

El rebrote pos pastoreo (Rbrte. p. Ptreo.) se midió a partir de una estimación visual de la superficie de cada planta cubierta por nuevos brotes a los 7 días pos corte. Se tomó una escala de 1 a 5 (expresada en porcentaje) en donde 1 (0), 2 (25), 3 (50), 4 (75), 5 (100).

El porte de las matas (Figura 4) se evaluó de acuerdo a una escala visual de cuatro grados, teniendo en cuenta su crecimiento con respecto al suelo, siendo 1, cuando la planta es erecta, 2 si es semi-erecta, 3 postrada y 4 rastrera.



Figura 4. Genotipos con diferente morfología de tallos, hojas y porte.

La relación hoja/tallo (H/T) se determinó sobre una muestra a partir del material cortado para la determinación de BM. Se separó en forma manual hojas de tallos en bolsas de papel, el material (tallos por un lado y hojas por otro) se pesó en fresco y posteriormente en seco (Figura 5). Finalmente, se calculó la relación entre la proporción de materia seca aportada por las hojas y la aportada por los tallos en el total de la muestra.



Figura 5. Muestra utilizada en la determinación de relación hoja/tallo (H/T).

Variables Fisiológicas

La resistencia a heladas (R. Hlds.) se evaluó durante el mes de junio a los 20 días, registrándose heladas el 16 y 17 de este mes (Figura 6), a partir de una escala visual de tres puntos, donde el 1 (uno) correspondió a las plantas que más daño presentaron, 2 (dos) las con daño medio y 3 (tres) a las menos dañadas.



Figura 6. Efecto de dos heladas consecutivas sobre el lote.

La tolerancia a estrés hídrico por sequía (R. E. Hídr.) se evaluó el 21 de diciembre de 2017 comprendiendo un periodo de 40 días sin precipitaciones, tomando una escala de tres puntos donde 1 correspondió a las plantas menos tolerantes y más dañadas por el periodo de sequía, 2 las con tolerancia y daño intermedio y 3 las menos afectadas por el déficit hídrico con mayor tolerancia y daño menor.

Calidad Nutricional

Se muestreo una subpoblación representativa de 33 genotipos diferentes y se solicitó un análisis de la calidad nutricional de los materiales muestreados (muestras separadas de cada genotipo muestreado, conteniendo tallos y hojas). Los resultados que se evaluaron fueron obtenidos por el Laboratorio de Química orgánica de la FCA UNNE. La selección de los genotipos a muestrear se realizó buscando representar la diversidad de la población, por lo cual no fue realizada al azar sino en base a las características obtenidas en las otras variables analizadas - como rendimiento y las variables fisiológicas y morfológicas de las plantas - a fin de representar los máximos, mínimos y medios de la población. Se obtuvo la información acerca de las variables: %PB (proteína bruta o cruda) %FDN (Fibra Detergente Neutro) %FDA (Fibra Detergente Acido) %TND (Nutrientes Digestibles Totales) ED (Energía Digestible) Hcel. (Hemicelulosa).

Análisis estadísticos

Los datos de cada variable fueron analizados estadísticamente con la versión libre del software InfoStat®. Se comprobó el ajuste normal de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y se realizó el análisis de la varianza para variables de tipo cuantitativas (ANAVA). Se compararon las medias de los híbridos mediante el test de Tukey.

Se estudió la existencia de genotipos destacados mediante un análisis de componentes principales para las variables de tipo cuantitativas analizadas, respaldándose mediante la comparación de las medias obtenidas para los híbridos destacados con la media de los padres y con la del material más utilizado en el NEA, el cv. Cedara Select. Las variables de tipo cualitativas determinadas en escala visual se les asignó rangos y la moda para su estudio. A su vez se determinó un análisis de coordenadas principales incluyendo las variables que se estudiaron sobre todos los genotipos en estudio (agronómico y fisiológico, exceptuando solamente las morfológicas de tallos y hojas que fueron estudiadas sobre una subpoblación).

A partir de estos, se seleccionaron materiales que potencialmente serían los superiores para ser usados en el NEA. También se analizó la correlación entre variables mediante el test de Pearson.

Resultados

El análisis de las variables productivas se muestra en la Tabla 1. Se encontraron diferencias significativas ($p<0,05$) entre los híbridos para la biomasa acumulada (BMA), destacándose los genotipos AmCo146 (20661 Kg MS/Ha), #153 (20169 Kg MS/Ha), #10 (18143 Kg MS/Ha) y #140 (18126 Kg MS/Ha). Los valores de los mismos superaron significativamente ($p<0,05$) la media de los genotipos parentales (13865 Kg MS/Ha), la del cv. Cedara Select (14106 Kg MS/Ha) y la de la población (11579 Kg MS/Ha).

Tabla 1. Análisis de la Varianza sobre una subpoblación de híbridos para: biomasa acumulada en el periodo productivo (BMA) y biomasa promedio de cada corte (BM). Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias, de acuerdo al test de Tukey ($p<0,05$)

Genotipo	BMA	BM	Genotipo	BMA	BM
	Kg MS/ha	Kg MS/ha		Kg MS/ha	Kg MS/ha
AmCo 4	11216 ^{bcdef}	2243 ^{cd}	AmCo 106	9770 ^{cdef}	1954 ^{cd}
AmCo 5	13357 ^{bcdef}	2671 ^{bcd}	AmCo 121	10594 ^{cdef}	2118 ^{cd}
AmCo 10	18143^{abc}	3628^{ab}	AmCo 122	15740 ^{abcde}	3148 ^{abc}
AmCo 11	11375 ^{bcdef}	2275 ^{cd}	AmCo 129	18668^{abc}	3733^{ab}
AmCo 14	12937 ^{bcdef}	2587 ^{bcd}	AmCo 130	16049 ^{abcd}	3209 ^{abc}
AmCo 17	17819 ^{abc}	3563 ^{ab}	AmCo 136	13821 ^{bcdef}	2764 ^{bcd}
AmCo 19	13983 ^{bcdef}	2796 ^{bcd}	AmCo 139	15116 ^{abcde}	3023 ^{abc}
AmCo 20	18342^{abcd}	3668^{ab}	AmCo 140	18126^{abc}	3625^{ab}
AmCo 31	12201 ^{bcdef}	2440 ^{bcd}	AmCo 141	15450 ^{abcde}	3090 ^{abc}
AmCo 32	12666 ^{bcdef}	2533 ^{bcd}	AmCo 142	18042 ^{abc}	3608 ^{ab}
AmCo 41	10464 ^{cdef}	2092 ^{cd}	AmCo 146	20661^a	4132^a
AmCo 42	13206 ^{bcdef}	2641 ^{bcd}	AmCo 147	15610 ^{abcde}	3122 ^{abc}
AmCo 43	14912 ^{abcdef}	2982 ^{bcd}	AmCo 148	13036 ^{bcdef}	2607 ^{bcd}
AmCo 53	11316 ^{bcdef}	2263 ^{bcd}	AmCo 149	14416 ^{abcdef}	2883 ^{bc}
AmCo 64	13440 ^{bcdef}	2688 ^{bcd}	AmCo 151	8937 ^{ef}	1787 ^{cd}
AmCo 65	14189 ^{abcdef}	2837 ^{bc}	AmCo 153	20169^{ab}	4033^a
AmCo 66	11966 ^{bcdef}	2393 ^{bcd}	AmCo 624	10848 ^{cdef}	2169 ^{cd}
AmCo 67	8698 ^f	1739 ^d	AmCo 625	8965 ^{ef}	1793 ^{cd}
AmCo 69	8954 ^{ef}	1790 ^{cd}	Cedara Select	14106 ^{abcdef}	2821 ^{bc}
AmCo 83	12149 ^{bcdef}	2429 ^{bcd}	Media Población	11579 ^{bcdef}	2316 ^{cd}
AmCo 101	9150 ^{def}	1830 ^{cd}	Media Parentales	13865 ^{bcdef}	2773 ^{bcd}
AmCo 102	14777 ^{abcdef}	2955 ^{bcd}			

En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos para cobertura de suelo. La variable superficie de la planta presentó valores significativamente superiores ($p<0,05$) para los genotipos AmCo 624 (1,22 m²) y #625 (1,17 m²), respecto al cv. Cedara Select (0,70 m²), la

media poblacional (0,21 m²) y a la media de los genotipos parentales (0,21 m²). El genotipo AmCo 31 fue significativamente superior ($p<0,05$) en la densidad de macollos (3000 mac/m²) con respecto al cv. Cedara Select (1100 mac/m²), a la media Poblacional (1763 mac/m²) y la media de los genotipos parentales (1746 mac/m²).

Tabla 2. Análisis de la Varianza para genotipos destacados en variables de cobertura: superficie de la planta y densidad de macollos por superficie, para un conjunto de híbridos, comparado con los valores del cv. Cedara Select, la media de la población y la media de los genotipos parentales. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias ($p<0,05$), según el test de Tukey.

Genotipo	Sup. planta m ²	Densidad de macollos Mac/m ²	Genotipo	Sup. planta m ²	Densidad de macollos Mac/m ²
AmCo 4	0,60 ^{abcdefg}	1000 ^{ab}	AmCo 624	1,17^{ab}	1300 ^{ab}
AmCo 5	0,51 ^{abcdefg}	1225 ^{ab}	AmCo 625	1,22^a	1700 ^{ab}
AmCo 10	0,86 ^{abcd}	2116 ^{ab}	Am Co 106	0,48 ^{abcd}	2000 ^{ab}
AmCo 11	0,47 ^d	1400 ^{ab}	AmCo 121	0,38 ^{abcd}	2450 ^{ab}
AmCo 14	0,47 ^d	2350 ^{ab}	AmCo 122	0,68 ^{abcdefg}	1425 ^{ab}
AmCo 17	0,52 ^{bcd}	1900 ^{ab}	AmCo 129	0,51 ^{abcd}	1800 ^{ab}
AmCo 19	0,55 ^{abcd}	883 ^b	AmCo 130	0,57 ^{abcd}	1075 ^{ab}
AmCo 20	0,46 ^{abcd}	2067 ^{ab}	AmCo 136	0,49 ^{abcd}	1975 ^{ab}
AmCo 31	0,58 ^{cd}	3000^a	AmCo 139	0,39 ^{bcd}	900 ^b
AmCo 32	0,46 ^d	950 ^{ab}	AmCo 140	0,44 ^{abcd}	1225 ^{ab}
AmCo 41	0,35 ^{bcd}	1600 ^{ab}	AmCo 141	0,61 ^d	2000 ^{ab}
AmCo 42	0,41 ^{bcd}	1600 ^{ab}	AmCo 142	0,48 ^{abcd}	2425 ^{ab}
AmCo 43	0,38 ^{bcd}	1725 ^{ab}	AmCo 146	0,78 ^{abcd}	1150 ^{ab}
AmCo 53	0,34 ^{bcd}	1300 ^{ab}	AmCo 147	0,56 ^{abcd}	2675 ^{ab}
AmCo 64	0,47 ^{abcd}	2175 ^{ab}	AmCo 148	0,63 ^{abcd}	2066 ^{ab}
AmCo 65	0,40 ^{abcd}	2475 ^{ab}	AmCo 149	0,60 ^{abcd}	2450 ^{ab}
AmCo 66	0,55 ^{bcd}	2375 ^{ab}	AmCo 151	0,49 ^{abcd}	1125 ^{ab}
AmCo 67	0,60 ^{abcd}	2075 ^{ab}	AmCo 153	0,42 ^{abcd}	1800 ^{ab}
AmCo 69	0,35 ^{bcd}	1525 ^{ab}	Cedara Select.	0,70 ^{abcdefg}	1100 ^{ab}
AmCo 83	0,72^{abc}	1975 ^{ab}	Población	0,45 ^{bcd}	1763 ^{ab}
AmCo 101	0,38 ^{abcd}	2125 ^{ab}	Parentales	0,51 ^{abcd}	1746 ^{ab}
AmCo 102	0,59 ^{abcd}	1275 ^{ab}			

Las variables morfológicas se resumen en las Tablas 3 y 4. Los genotipos AmCo 10 (17,1 cm) y #11 (16,9cm) fueron significativamente superiores ($p<0,05$) al cv. Cedara Select (11,7cm), la media poblacional (11,6cm) y a la media de los genotipos parentales (13,7cm) para el largo de hojas vegetativas (LHV). Los genotipos AmCo 4 (0,65cm) y #6 (0,63cm), fueron significativamente superiores ($p<0,05$) a la media poblacional (0,44cm) y la media de los genotipos parentales (0,43 cm) para el ancho de hojas vegetativas (AHV), pero no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) con el cv. Cedara Select (0,60cm). Los genotipos AmCo 102 (23,8 cm) y #11 (23,2cm), fueron significativamente superiores ($p<0,05$) al cv. Cedara Select (10,7cm), a la media poblacional (13,3cm) y a la media de los

genotipos parentales (15,5cm), para la suma del largo de entrenudos ($E1+E2+E3$). En la relación hoja/tallo (H/T) los valores significativamente superiores ($p<0,05$) se registraron para AmCo 66 (2,04), #64 (1,75), #42 (1,54) y #41 (1,58) con respecto al cv. Cedara Select (1,24), a la media poblacional (0,95) y a la media de los genotipos parentales (0,85).

Para el crecimiento pos pastoreo, los valores significativamente superiores ($p<0,05$) fueron los del AmCo 19 (63,5 cm), #139 (59,5 cm) y #10 (54cm), por sobre el cv. Cedara Select (32 cm), a la media poblacional (36,5cm) y a la media de los genotipos parentales (42,9cm).

Las alturas de planta significativamente superiores fueron las de los genotipos AmCo140 (71cm) y #139 (68,5cm) por sobre el cv. Cedara Select (57cm), la media poblacional (50cm) y también a la media de los genotipos parentales (54 cm).

En el rebrote pos pastoreo se observó que la moda de la población (Tabla 3), de los parentales y del cv. Cedara Select corresponde al valor de 3 (50%) (Tabla 4), siendo menos frecuentes los valores de la escala 1 y 2 (Tabla 3).

Para el porte de planta, los híbridos presentaron un valor de moda de 1 (correspondiente a un porte de planta erecto) (Tabla 3), lo mismo se observó en los genotipos parentales (Tabla 4). El cv. Cedara Select presentó un valor de moda de 2 (porte semi-erecto). Los valores de escala 3 y 4 (portes de planta volcado y rastrero, respectivamente) fueron menos frecuentes (Tabla 4).

Tabla 3. Análisis de la varianza para largo de hojas vegetativas (LHV), ancho de hojas vegetativas (AHV), suma largos de entrenudos (E1+E2+E3), relación hoja/tallo (H/T), crecimiento pos pastoreo (Crnto. p. Ptreo.) y altura de planta (Altura Pl.). Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias, según test de Tukey (p<0,05). Rango y moda para las variables porte de planta (Porte) y rebrote pos pastoreo (Rbrte. P. Ptreo).

Genotipo	LHV	AHV	E1+E2+E3	H/T	Crnto. p. Ptreo.	Altura Pl.	Porte		Rbrte. p. Ptreo	
	cm	cm	cm		cm	cm	rango	moda	rango	moda
AmCo 4	12,5 ^{cdefg}	0,65^a	12,4 ^{bcdef}	0,95	42 ^{abcdef}	63,5 ^{ab}	1-2	1	3	3
AmCo 5	13,5 ^{abcde}	0,63^{ab}	10,5 ^{bcd}	0,83	38,5 ^{bcdef}	55 ^{ab}	1	1	3-4	4
AmCo 10	17,1^a	0,55 ^{abcde}	22,0 ^{abc}	0,75	54^{ab}	61,6 ^{ab}	1-2	1	3-4	4
AmCo 11	16,9^{ab}	0,27 ^{kl}	23,2^{ab}	0,53	44,5 ^{abcdef}	58,5 ^{ab}	3	2	3	3
AmCo 14	13,1 ^{abcde}	0,58 ^{abcd}	13,4 ^{abcdef}	1,43	42,5 ^{abcdef}	51,6 ^{ab}	2	2	3-4	4
AmCo 17	14,0 ^{abcd}	0,28 ^{kl}	18,6 ^{abcdef}	0,48	44,3 ^{abcdef}	52,3 ^{ab}	2	3	4	4
AmCo 19	13,5 ^{abcde}	0,50 ^{cdefg}	15,5 ^{abcd}	0,7	63,5^a	53,3 ^{ab}	2-3	2	4	4
AmCo 20	14,5 ^{abc}	0,43 ^{fghi}	15,5 ^{abcdef}	0,97	49 ^{abcd}	53,3 ^{ab}	1-2	2	3	3
AmCo 31	-	-	-	-	51,5 ^{abc}	57,5 ^{ab}	2-3	3	3-4	4
AmCo 32	13,3 ^{abcde}	0,58 ^{abcd}	16,0 ^{abcdef}	0,76	45 ^{abcdef}	54,5 ^{ab}	1-2	1	4	3
AmCo 41	9,6 ^{efg}	0,53 ^{bcdef}	14,3 ^{abcdef}	1,58	33,5 ^{cdef}	40 ^b	1	1	3	3
AmCo 42	12,4 ^{cdefg}	0,48 ^{defgh}	15,4 ^{abcdef}	1,54	41,5 ^{abcdef}	58,5 ^{ab}	1	1	3-4	4
AmCo 43	-	-	-	-	39,5 ^{abcdef}	60 ^{ab}	2	1	4	4
AmCo 53	12,6 ^{cdef}	0,44 ^{efghi}	8,0 ^f	0,68	52 ^{abc}	52,5 ^{ab}	2	2	3	3
AmCo 64	8,5 ^{fg}	0,53 ^{bcdef}	7,8 ^f	1,75	26,5 ^f	37,5 ^b	1	1	3	3
AmCo 65	11,8 ^{cdefg}	0,48 ^{defgh}	8,4 ^{ef}	1,21	41,5 ^{abcdef}	47,5 ^{ab}	1	1	3	3
AmCo 66	10,4 ^{cdefg}	0,58 ^{abcd}	10,7 ^{def}	2,04	29 ^{def}	37,5 ^b	1	1	2-3	2
AmCo 67	-	-	-	-	30 ^{def}	42,5 ^{ab}	1-2	1	2-3	3
AmCo 69	8,4 ^g	0,34 ^{ijkl}	17,2 ^{abcdef}	1,06	31 ^{def}	50 ^{ab}	1	1	1-2	2
AmCo 83	12,4 ^{cdefg}	0,40 ^{ghij}	16,5 ^{abcdef}	0,75	33 ^{cdef}	52,5 ^{ab}	1-2	1	4	4
AmCo 101	-	-	-	-	33 ^{cdef}	45 ^{ab}	1-2	2	3	3
AmCo 102	9,4 ^{efg}	0,45 ^{efghi}	23,8^a	0,84	42 ^{abcdef}	57,5 ^{ab}	2-3	1	4	3
AmCo 106	12,6 ^{cdef}	0,50 ^{cdefg}	14,7 ^{abcdef}	1,2	27,5 ^{ef}	45 ^{ab}	1	1	2	3
AmCo 121	-	-	-	-	44,5 ^{abcdef}	57,5 ^{ab}	1-2	1	3	2
AmCo 122	9,9 ^{defg}	0,38 ^{ghij}	10,1 ^{def}	0,84	44,5 ^{abcdef}	57,5 ^{ab}	2-3	2	3-4	3
AmCo 129	14,5 ^{abc}	0,3 ^{jkl}	14,5 ^{abcd}	1,04	44 ^{abcdef}	62,5 ^{ab}	2	2	3-4	3
AmCo 130	-	-	-	-	42,5 ^{abcdef}	65 ^{ab}	2	2	3-4	4
AmCo 136	12,9 ^{bcde}	0,45 ^{efghi}	11,8 ^{cdef}	1,3	41,5 ^{abcdef}	55 ^{ab}	2-3	2	3	3
AmCo 139	11,3 ^{cdefg}	-	15,4 ^{abcdef}	-	59,5^a	68,5^a	2-3	3	4-5	4
AmCo 140	13,2 ^{abcde}	0,40 ^{ghij}	18,0 ^{abcdef}	0,53	37 ^{bcdef}	71^a	2-3	2	4-5	5
AmCo 141	13,3 ^{abcde}	0,25 ^l	18,6 ^{abcdef}	0,99	48,5 ^{abcd}	62,5 ^{ab}	3-4	3	3-4	4
AmCo 142	8,7 ^{fg}	0,3 ^{jkl}	16,8 ^{abcdef}	0,76	43 ^{abcdef}	65 ^{ab}	2	2	4	5
AmCo 146	14,1 ^{abcd}	0,43 ^{fghi}	18,9 ^{abcd}	0,76	47,5 ^{abcde}	55 ^{ab}	1	2	4-5	4
AmCo 147	9,5 ^{efg}	0,50 ^{cdefg}	19,3 ^{abcd}	0,93	47,5 ^{abcde}	57,5 ^{ab}	1-2	2	3-4	4
AmCo 148	13,5 ^{abcde}	0,40 ^{ghij}	12,1 ^{cdef}	0,69	44,7 ^{abcdef}	58,5 ^{ab}	1-2	2	4-5	4
AmCo 149	13,3 ^{abcde}	0,3 ^{jkl}	13,0 ^{bcdef}	0,53	37 ^{bcdef}	63,5 ^{ab}	1-2	1	4	4
AmCo 151	-	-	-	-	36,5 ^{bcdef}	52,5 ^{ab}	1	1	1-2	3
AmCo 153	-	-	-	-	42,5 ^{abcdef}	52,5 ^{ab}	1-2	1	3	3
AmCo 624	-	-	-	-	42 ^{abcdef}	55 ^{ab}	1-2	2	5	5
AmCo 625	-	-	-	-	36 ^{bcdef}	60 ^{ab}	2	1	5	5

Tabla 4. Análisis de la varianza para el cv. Cedara Select, la media de la población y la media de los genotipos parentales en las variables: largo de hojas vegetativas (LHV), ancho de hojas vegetativas (AHV), suma largos de entrenudos (E1+E2+E3), relación hoja tallo (H/T) y crecimiento pos pastoreo (Crnto. p. Ptreo). Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias, según test de Tukey ($p<0,05$). Rango y moda para las variables porte de planta (Porte) y rebrote pos pastoreo (Rbrte. p. Ptreo).

Genotipo	LHV	AHV	E1+E2+E3	H/T	Crnto. p. Ptreo.	Altura Pl.	Porte		Rbrte. p. Ptreo	
	cm	cm	cm		cm	cm	rango	moda	rango	moda
Cedara Select.	11,7 ^{cdefg}	0,60 ^{abc}	10,7 ^{def}	1,24	32 ^{cdef}	57 ^{ab}	2	2	3	3
Población	11,6 ^{cdefg}	0,44 ^{efghi}	13,3 ^{abcdef}	0,95	36,5 ^{bcdef}	50 ^{ab}	1-2	1	3	3
Parentales	13,7 ^{abcde}	0,43 ^{fghi}	15,5 ^{abcdef}	0,85	42,9 ^{abcdef}	54 ^{ab}	1-2	1	3	3

En la Tabla 5 se resumen los resultados de las variables fisiológicas resistencia a heladas (R. Hlds) y resistencia a estrés hídrico por sequía (R. E. Hídr). La R. Hlds presentó una moda de 1 (daño alto) para la población al igual que el cv. Cedara Select, mientras que en los parentales se observó un valor de 2 (daño medio). En la R. E. Hídr. se observó que el valor más frecuente en la población es el 2 (tolerancia y daño medio), al igual que los parentales, y en el cv. Cedara Select es de 1 (baja tolerancia y daño alto).

Tabla 5. Rango y moda para las variables resistencia a estrés hídrico por sequía (R. E. Hídr.) y resistencia a heladas (R. Hlds.) para una subpoblación de genotipos, el cv. Cedara Select, los genotipos parentales y la población total.

Genotipo	R. Hlds.		R. E. Hídr.		Genotipo	R. Hlds.		R. E. Hídr.	
	rango	moda	rango	moda		rango	moda	rango	moda
AmCo 4	1-2	1	1-2	1	AmCo 106	1	1	2	2
AmCo 5	2	2	3	2	AmCo 121	1-2	1	2	2
AmCo 10	2-3	3	2	2	AmCo 122	2	2	2-3	2
AmCo 11	1	1	2-3	2	AmCo 129	1-2	1	2-3	3
AmCo 14	1	1	2	3	AmCo 130	2	2	2	2
AmCo 17	1-2	2	2	2	AmCo 136	2	2	1-2	1
AmCo 19	1	1	2-3	2	AmCo 139	1	1	1-2	1
AmCo 20	2	2	2	2	AmCo 140	2	2	1-2	2
AmCo 31	1	1	1-2	2	AmCo 141	1-2	1	1-2	1
AmCo 32	1-2	2	1-2	1	AmCo 142	1-2	1	2	2
AmCo 41	1-2	1	2-3	2	AmCo 146	1	1	1-2	1
AmCo 42	1	1	2	2	AmCo 147	2	2	2	2
AmCo 43	1	1	1-2	1	AmCo 148	2-3	3	1-2	1
AmCo 53	2	2	2-3	3	AmCo 149	1	1	1-2	2
AmCo 64	1	1	2-3	2	AmCo 151	1	1	1-2	1
AmCo 65	1-2	2	1-2	1	AmCo 153	1	1	2-3	2
AmCo 66	1-2	1	2	1	AmCo 624	1	1	2	2
AmCo 67	1	1	2-3	2	AmCo 625	1	1	2	2
AmCo 69	1	1	2-3	3	Cedara Select.	1	1	1-2	1
AmCo 83	1	1	1-2	1	Población	1	1	2	2
AmCo 101	1	1	2	2	Parentales	1-2	2	2	2

Las variables nutricionales - porcentaje de materia seca (%MS), porcentaje de proteína bruta (%PB), porcentaje fibra detergente neutro (FDN), porcentaje fibra detergente ácido (FDA), porcentaje de nutrientes digestibles totales (%TND), energía digestible (ED) y

porcentaje de hemicelulosa (Hcel) - se resumen en la Tabla 6 mediante sus valores promedio, máximo y mínimo. Se tuvo en cuenta una subpoblación representativa al muestrear para análisis, no encontrándose diferencias significativas entre los genotipos analizados ($p>0,05$).

Tabla 6. Valores promedio, máximo y mínimo de variables de calidad (muestra incluyendo tallos y hojas): porcentaje de materia seca (%MS), porcentaje de proteína bruta (PB), porcentaje de fibra detergente neutro (%FDN), porcentaje de fibra detergente ácido (%FDA), porcentaje de nutrientes digestibles totales (%TND), energía digestible (ED) y porcentaje de Hemicelulosa (Hcel), sobre una muestra representativa de genotipos de la población.

	% MS	% PB	% FDN	% FDA	% TND	ED Mcal/Kg	Hcel
Promedio	29,6	9,7	57,1	30,1	68,5	3,0	27,0
Máximo	35,7	12,0	61,5	40,5	72,6	3,2	33,6
Mínimo	22,8	6,4	46,4	25,0	60,3	2,7	21,1

Las correlaciones estadísticamente significativas entre las variables (**: p -valor $<0,01$; *: $0,01 > p$ -valor $<0,05$), estimadas según el coeficiente de Pearson, se resumen en la Tabla 7.

Tabla 7. Correlaciones significativas según el coeficiente de Pearson. **: p -valor $<0,01$. *: p -valor $<0,05$.

Variable 1	Variable 2	Pearson	Variable 1	Variable 2	Pearson
BMA	Crnto. p. Ptreo.	0,53**	Porte	AHV	-0,35**
BMA	Altura	0,41**	Porte	E1+E2+E3	0,37**
BMA	Rbrte. p. Ptreo	0,48**	Porte	Sup. de Pl.	0,39**
BMA	Porte	0,31**	LHV	Crnto. p. Ptreo.	0,39**
BMA	LHV	0,37**	LHV	Rbrte. p. Ptreo	0,23**
BMA	E1+E2+E3	0,43**	AHV	E1+E2+E3	-0,31*
BMA	Sup. de Pl.	0,31**	E1+E2+E3	Crnto. p. Ptreo.	0,3**
Altura Pl.	Crnto. p. Ptreo.	0,47**	E1+E2+E3	Rbrte. p. Ptreo	0,26*
Altura Pl.	Rbrte. p. Ptreo	0,43**	R. E. Hídr.	Altura Pl.	-0,43**
Altura Pl.	Porte	0,24**	R. E. Hídr.	BMA	-23**
Altura Pl.	LHV	0,25*	R. E. Hídr.	Crnto. p. Ptreo.	-0,28**
Altura Pl.	E1+E2+E3	0,31**	R. E. Hídr.	Rbrte. p. Ptreo	-0,33**
Altura Pl.	Sup. de Pl.	0,26**	R. Hlds.	Altura Pl.	0,29*
Porte	Crnto. p. Ptreo.	0,32**	R. Hlds.	BMA	0,23**
Porte	Rbrte. p. Ptreo	0,3**	R. Hlds.	Crnto. p. Ptreo.	0,25**
Porte	LHV	0,29**	R. Hlds.	Rbrte. p. Ptreo	0,21**
			Sup. de Pl.	Rbrte. p. Ptreo	0,31**

La figura 7 muestra la distribución media de la población con respecto a las variables fisiológicas resistencia a heladas y resistencia al estrés hídrico por sequía. Se puede observar que los valores de rangos más altos y de mayor frecuencia en la escala corresponden a la resistencia de las plantas al estrés hídrico por sequía, y con rangos más bajos y en mayor proporción, con respecto a la resistencia a heladas.

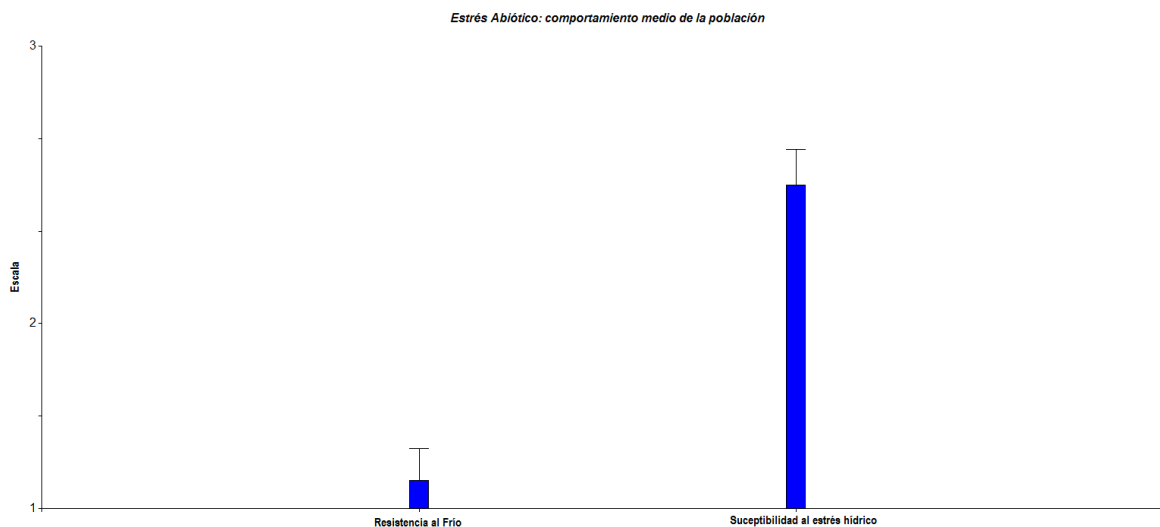


Figura 7. Gráfico de barras mostrando el comportamiento medio de la población para las variables resistencia a heladas (R. Hlds.) y resistencia al estrés hídrico por sequía (R. E. Hídr.)

Análisis de Componentes Principales (CP)

La variabilidad en características relacionadas a la producción: Biomasa Acumulada (BMA), Altura y Crecimiento del Rebrote, presentó una distribución amplia en la población, con genotipos que se destacaron, incluyendo el AmCo10, #17, #19, #39, #43, #102, #130, #140, #142, #146, #148, #149, #624 y #625 y el cv. Cedara Select. Las componentes CP1 y CP2 (74,6% y 14,3% respectivamente) explican un total de 88,9% de la variabilidad en estas características (Figura 8). La correlación positiva entre las variables estudiadas, quedó representada por la dirección de los vectores, y el aporte (magnitud del vector) fue similar para explicar la distribución de variabilidad.

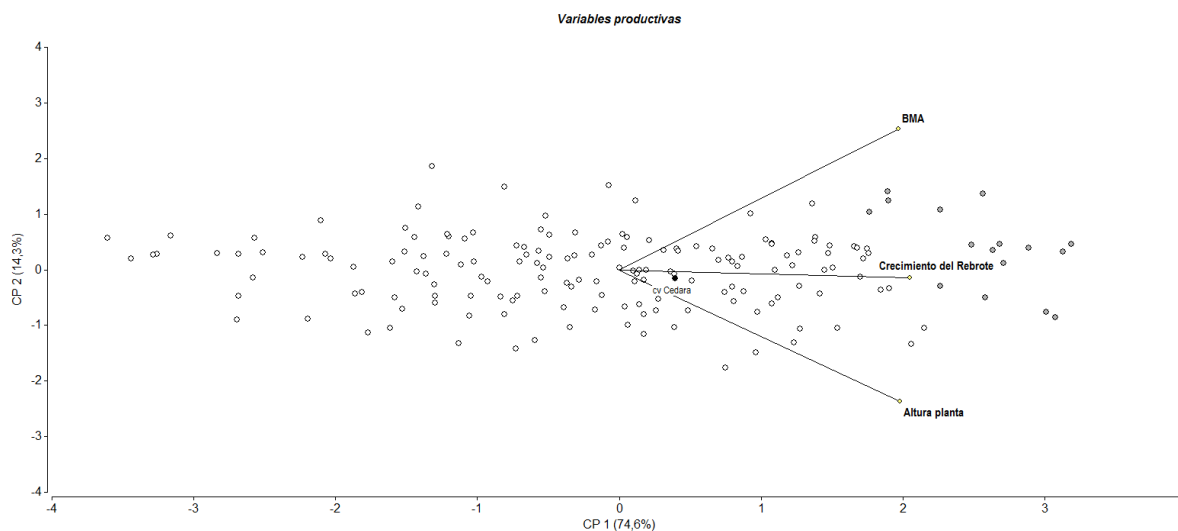


Figura 8. Gráfico biplot de componentes principales para Biomasa Acumulada (BMA), Altura de Planta, Crecimiento pos pastoreo (crecimiento del rebrote).

La variabilidad en características relacionadas a cobertura: Superficie de la planta (Sup. planta) y densidad de macollos (Mc/m^2), presentó una distribución amplia en la población, con genotipos que se destacaron, incluyendo el AmCo 60, #64, #65, #67, #101, #106, #121, #136, #142, #146, #148 y #149. Las componentes CP1 y CP2 (55,9% y 44,1%, respectivamente) explican el total (100%) de la variabilidad en estas características (Figura 9). los vectores de estas variables tienen direcciones opuestas sobre el CP1, donde se distribuye mayormente la variabilidad y la misma dirección en el CP2, pero su magnitud es similar. La correlación entre estas variables, según Pearson no fue significativa ($p > 0,05$) y por lo tanto no figura en la Tabla 5. El cv. Cedara Select, se destaca por su expansión sobre el terreno (valores altos de sup. de planta) pero no por la densidad de macollos por superficie, por lo que frente a otros genotipos tendría una alta capacidad de invasión pero no de cobertura.

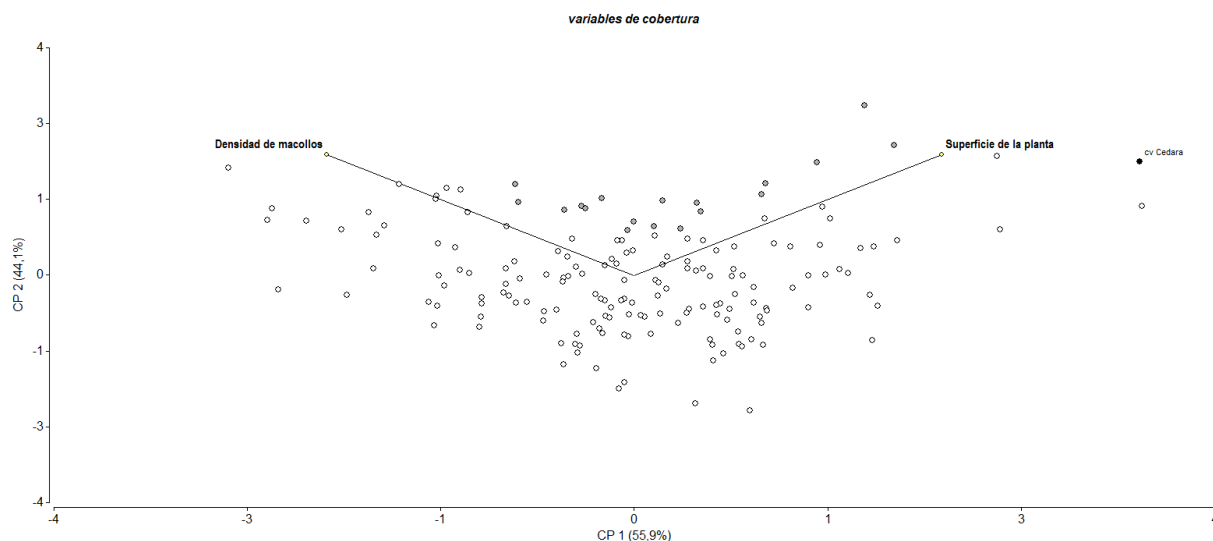


Figura 9. Gráfico componentes principales (biplot) para las variables densidad de macollos por metro cuadrado (Mac/m^2) y superficie de la planta (Sup. planta).

La variabilidad en características morfológicas de tallos y hojas vegetativos: largo de hoja vegetativa (LHV), ancho de hoja vegetativa (AHV), suma de largos de entrenudos ($\text{LE } 1+2+3$) y relación hoja/tallo (H/T) se analizó sobre una subpoblación representativa. Algunos genotipos se destacaron en el AHV y la relación H/T, incluyendo el AmCo 4, #5, #14 y #59, otros se destacaron por H/T, aunque no con tanto énfasis en AHV, por ejemplo, AmCo 64, #73, #84, y #114. El LHV y suma de largo de entrenudos separaron otros genotipos, incluyendo el cv. Cedara select, AmCo 10 y #2. La variabilidad de esta subpoblación está explicada en un 76,8% por esta distribución, (CP1 51,9% y el CP2 24,9%), con una alta correlación positiva de LHV y $\text{LE } 1+2+3$, una correlación positiva entre AHV y H/T, ambas determinadas por CP1, pero negativa (en CP1) entre $\text{LE } 1+2+3$ y AHV, como también queda demostrado por los coeficientes de Pearson de la Tabla 5. La magnitud fue similar para los 4 vectores (Figura 10).

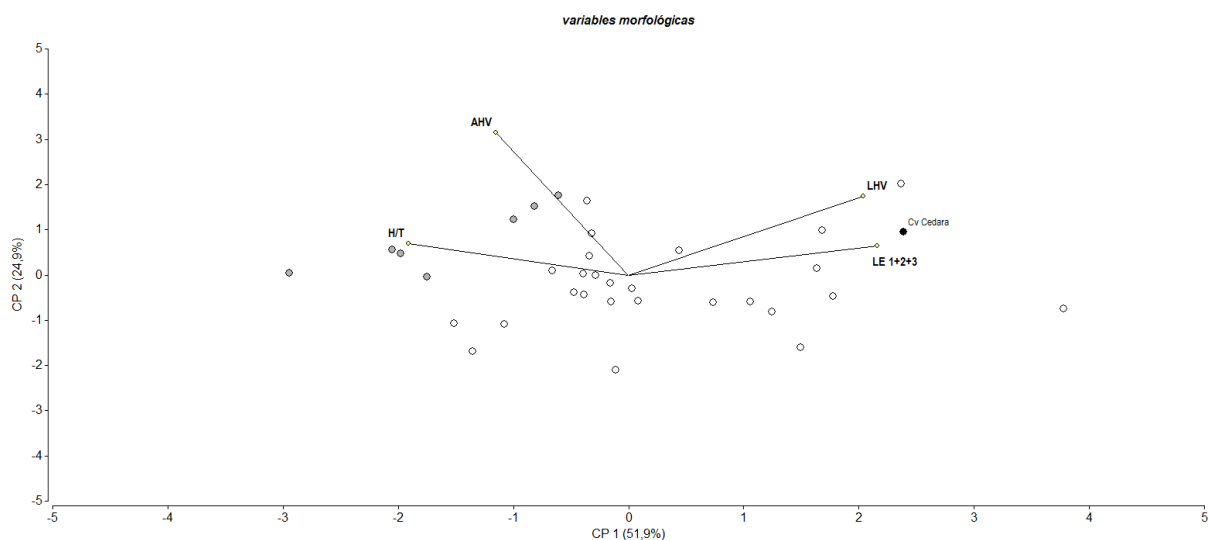


Figura 10. Gráfico de componentes principales (biplot) para una subpoblación representativa de genotipos, según las variables: Relación Hoja/Tallo (H/T), Largo de Hoja Vegetativa (LHV), Ancho de Hoja Vegetativa (AHV) y Largo de Entrenudos (E1+E2+E3).

Análisis de Coordenadas Principales

En la figura 11 se muestra la distribución de la diversidad de los híbridos (identificados según la familia a la que pertenecen) mediante el análisis de coordenadas principales para las variables productivas: biomasa acumulada (BMA) y biomasa (BM), las variables de cobertura: superficie de planta (Sup. planta) y densidad de macollos, variables morfológicas: Altura de planta (Altura Pl.), crecimiento pos pastoreo (Crnto. p. Ptreo.), porte, rebrote pos pastoreo (Rbrte. p. Ptreo.), y variables fisiológicas: Resistencia a heladas (R. Hlds.) y resistencia a estrés hídrico por sequía (R. E. Hídr.), mostrando la distribución de la población, en donde el CP1 representa el 15,4% de la variabilidad y la CP2 un 10,2%, haciendo un total de 25,6% de la variabilidad explicada en estas 2 componentes.

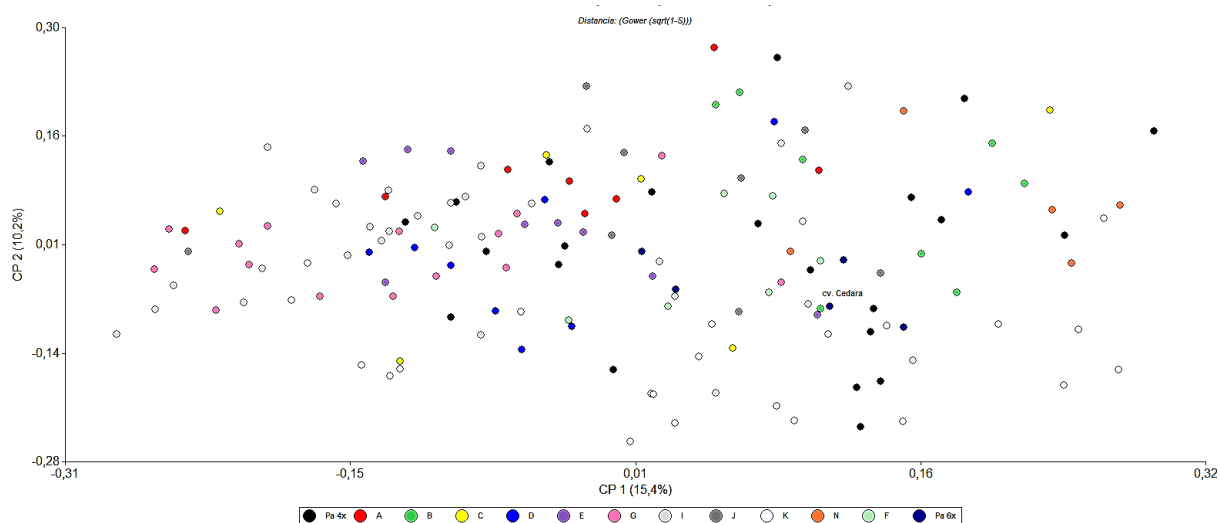


Figura 11. Gráfico del análisis de coordenadas principales para las variables productivas: biomasa acumulada (BMA) y biomasa (BM), de cobertura: superficie de planta (Sup. planta) y densidad de macollos, morfológicas: Altura de planta (Altura Pl.), crecimiento pos pastoreo (Crnto. p. Ptreo.), porte, rebrote pos pastoreo (Rbrte. p. Ptreo.), y fisiológicas: Resistencia a heladas (R. Hlds.) y resistencia a estrés hídrico por sequía (R. E. Hídr.). Las diferentes familias de híbridos y el grupo de genotipos parentales, así como el cv Cedara Select se identifican con colores diferentes. La referencia a las diferentes familias se hace mediante letras.

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo permitieron identificar genotipos que se destacaron por alguna característica de interés. Los análisis de la varianza y de componentes principales, permitieron identificar genotipos destacados por producción (BMA): AmCo 146 (20661 Kg MS/ha), y #153 (20169 Kg MS/ha), #129 (18668 Kg MS/ha), #140 (18126 Kg MS/ha), #10 (18143 Kg MS/ha) y #20 (18342 Kg MS/ha). Estos rendimientos son mayores a los obtenidos con el cultivar Cedara Select (11579 Kg MS/ha), el único difundido en la región. Los resultados también mostraron que el rendimiento se correlaciona significativa y positivamente con la altura, el crecimiento pos pastoreo y el rebrote en la población estudiada (dado que se evaluó el % de rebrote por área a tiempos fijos, puede considerarse como una velocidad de rebrote), por lo que medir altura de entrada al potrero podría servir de criterio para estimar la carga adecuada del mismo, con esta especie. Antecedentes con el cv. Cedara Select, indican que la especie tolera incluso el sobrepastoreo (pastoreo a 80% de su altura de entrada), manteniendo la productividad, siempre que reciba una adecuada fertilización (Gándara *et al.*, 2016; 2018). Dado que se halló una correlación positiva entre la altura alcanzada a un tiempo fijo del corte con diferentes variables de rendimiento, la altura óptima de pastoreo para lograr la mayor velocidad de crecimiento y la velocidad en alcanzar la altura de entrada óptima, son variables interesantes para evaluar; de modo que la velocidad de crecimiento pueda considerarse como criterio para seleccionar los materiales que ofrecerían mejor rendimiento en biomasa durante el periodo productivo.

La superficie de las plantas presentó correlación positiva con el rebrote pos pastoreo, BMA, altura de planta y el crecimiento pos pastoreo. La densidad de macollos no presentó correlaciones significativas con otras variables según el análisis de Pearson, es decir que no presentan al menos una relación lineal entre ellas, aunque todas son de interés para lograr una buena implantación y cobertura, por ende, alta producción de biomasa. La superficie de la planta, se relaciona con la capacidad de expansión de las matas permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos por unidad de superficie, y es un factor de interés para la implantación y pronta recuperación de lotes luego de sequías prolongadas, u otros factores que puedan afectar la supervivencia de las matas. El número de macollos por unidad de superficie es, sin embargo, una de las características más importantes para establecer la productividad de las gramíneas (Da Silveira *et al.* 2010 y Potito, 2012)

De las variables morfológicas evaluadas, el LHV se relaciona con la producción de biomasa, el crecimiento pos pastoreo, la altura, el rebrote y largo de entrenudos por lo que las plantas con hojas más largas serían las más productivas. Mostró una correlación negativa con el largo de entrenudos basales, por lo que plantas con hojas más anchas tienden a tener entrenudos más cortos, (mayores puntos de unión al suelo por unidad de longitud del tallo vegetativo) y podrían tener un porte más rastrero y una estructura más compacta. Por otra parte, la suma largo de entrenudos basales mostró una correlación positiva con la BMA, eso

podría correlacionarse con la estructura más compactada de planta, como se discutió para la cobertura. Estas variables están correlacionadas con la relación Hoja/Tallo, la cual representa un atributo de calidad y no de producción de volumen, ya que la composición química de los ambos resulta en una mayor digestibilidad de las hojas con respecto a los tallos. Un pasto con una alta relación H/T influye sobre el tamaño del bocado durante el pastoreo (Stobbs, 1973) y si el consumo de hojas es mayor que el de tallos, el tiempo de retención en el retículo-rumen será menor (Ruiz y Vazquez, 1983) favoreciendo el nivel de consumo del animal y su ganancia de peso. En la Figura 10 se puede observar como la relación H/T está relacionada al ancho de las hojas y no a su largo, y que tiende a disminuir cuanto mayor es la suma de largos de los entrenudos basales.

El porte o hábito de crecimiento que indica cómo es el crecimiento de la planta con respecto al suelo. Dentro de la escala de 4 puntos se encontraron más frecuentemente híbridos con porte 1 y 2 (planta erecta y semi-erecta respectivamente) y con menor frecuencia 3 y 4 (postrada y rastrera). Se correlacionó en forma positiva con BMA, Altura, crecimiento pos pastoreo, rebrote, LHV, E1+E2+E3 y superficie base (Tabla 7). Con el ancho de las hojas presento una correlación negativa, indicando que los portes bajos (1 y 2) presentan una tendencia a tener hojas más anchas. La altura y el porte son variables íntimamente relacionadas, las plantas de mayor altura y de porte erecto facilitan la toma de bocado durante el pastoreo y tienen menor superposición y sombreado entre las hojas que las de porte volcado (aunque no que las de porte rastrero); también son las más apropiadas para la henificación (Gardner, 1967; Pearson e Ison, 1994). El porte podría guardar relación con la tolerancia al sobrepastoreo ya que el remanente de área foliar necesario para iniciar el rebrote y la movilización de reservas, están favorecidos en plantas de porte más rastrero respecto a las erectas (Rhodes, 1969; Breese y Tyler, 1986); también guarda relación con la facilidad de seleccionar hojas en el bocado (Ruiz y Vazquez, 1983) (calidad del bocado), pero para evaluar correctamente esos factores se requiere de ensayos con animales.

La disposición del ensayo en matas individuales facilita evaluaciones como la del porte de la planta y la superficie de la planta, pero para rendimiento y evaluaciones más objetivas del comportamiento en cobertura de los diferentes híbridos, es recomendable repetir las evaluaciones en condiciones de campo.

Una correcta interpretación del comportamiento agronómico de los genotipos evaluados requiere también de la realización de ensayos multiambientales o con repeticiones durante varios años. Las plantas enfrentan múltiples exigencias o estreses simultáneamente que traen como consecuencia la disminución de la productividad, y el efecto de la interacción de estos estreses es probablemente mayor que su simple adición (Billings, 1970; Chapin *et al.*, 1987).

Los resultados indican que la resistencia a heladas se correlaciona con la productividad (BMA, altura de planta, crecimiento y rebrote pos pastoreo) (Tabla 7), por ende, se podría decir que también con el contenido de materia. Las plantas con un mayor %MS (menor

contenido de humedad y mayor potencial osmótico) presentan una resistencia más alta a las bajas temperaturas. Los bajos potenciales osmóticos podrían tener un efecto en la reducción de daños en tejidos al disminuir la temperatura de congelación de los líquidos.

El estrés hídrico en las pasturas puede darse tanto por exceso como por déficit de agua. Si bien *A. macrum* requiere alta humedad en suelo y se adapta a suelos anegados, no hay mucha información acerca de los mecanismos de adaptación ni los niveles de tolerancia, especialmente cuando se la somete a pastoreo en ambientes anegados. En este trabajo se realizaron evaluaciones del daño causado por déficit hídrico (estrés por sequía), y algunos genotipos presentaron una ventana de tolerancia que les permitió superar con un bajo nivel de daño los periodos de escases de precipitaciones, demostrando una plasticidad muy deseable para ambientes como los del NEA que presentan una concentración de precipitaciones que frecuentemente conducen al anegamiento y periodos de sequía. De todos modos, el grueso de la población sufrió altos niveles de daño bajo el periodo natural de duración de este estrés, con rebrote frente al retorno de humedad (precipitaciones). El nivel de daño bajo estrés hídrico mostró correlaciones negativas con las variables productivas (BMA, altura de planta, crecimiento y rebrote pos pastoreo). Si bien se necesitan estudios de mayor complejidad que las evaluaciones visuales y en cierto modo subjetivas que se llevaron a cabo en este trabajo para evaluar el efecto de los principales tipos de estrés que afectan las pasturas en el NEA, los resultados indican que es interesante realizar evaluaciones futuras que permitan estudiar esta variable con mayor objetividad para la selección de genotipos en *A. macrum*.

En el análisis de coordenadas principales (figura 11) se observa la variabilidad para las principales familias de la población, y una distribución amplia de esta, aunque es posible observar cierto grado de agrupamiento para algunos de los genotipos que integran una misma familia. La variabilidad de los padres se distribuye entre las familias ampliamente, englobando la diversidad de todos los genotipos de la progenie.

En cuanto al valor nutritivo (tabla 6) se observa un panorama del comportamiento de la población con respecto al aporte de nutrientes básicos manejados en la nutrición animal como ser la proteína y energía. Si bien hay muchos factores que intervienen en este aporte y los correctos balances para lograr ganancias diarias de peso como ser los climáticos, edáficos y de manejo, brinda información relevante como característica productiva. Sería interesante realizar análisis sobre cada uno de los genotipos tanto en su etapa vegetativa como reproductiva y observar las fluctuaciones de los nutrientes en las diferentes etapas y épocas del año permitiendo tener más información del comportamiento nutricional de los híbridos, combinando esto con las evaluaciones fisiológicas y morfológicas para mejorar el proceso de selección.

Conclusiones y prospectivas

Al evaluar las variables analizadas por los diferentes métodos estadísticos queda en vista la diversidad que presentan los genotipos en cuanto a características tanto agronómicas como morfológicas que permitirán seleccionar una subpoblación que continuara con el proceso de mejoramiento y selección. Si bien los genotipos destacados no se comportaron superiores en todas las variables, algunos se destacan con mejores características frente a la población, sus parentales y el cv. Cedara Select, para al menos una variable. Esto indica que con más ciclos de cruzamiento y selección es factible alcanzar los objetivos de mejoramiento de reunir en una (o más) líneas varias características deseables para un ambiente en particular. El diseño de los cruzamientos dependerá del objetivo final del mejoramiento, ya que en este punto aún no se encontró un genotipo único que presente una combinación de características que lo ponga en una posición avanzada de mejora frente al resto de la población. Algunos son altamente productivos, pero otros son mejores en cuanto a resistencia a estreses, cobertura de suelo, calidad, etc. De los resultados de los ciclos de cruzamiento y nuevamente, del objetivo del mejoramiento, dependerán los objetivos del proceso de selección. Dentro de los híbridos que más combinaciones destacadas obtuvieron se podría conformar la subpoblación con los genotipos 10, 19, 129, 139, 140 y 146 para máximas producciones de materia seca, y los genotipos 66, 64, 42 y 41 que fueron los que mejor relación hoja tallo obtuvieron, asociando esto a que presentan una mejor calidad nutricional, los cuales podrían continuar como genotipos parentales para el proceso de cruzamiento y selección, apuntando a la obtención de cultivares con características tanto productivas como de calidad. Por esto para una adecuada evaluación del comportamiento agronómico de las plantas se podrían realizar estudios multiambientales que permitan ver el efecto de diferentes ambientes sobre estos genotipos y si su comportamiento se mantiene para continuar el proceso de selección y mejoramiento, y encontrar la mejor combinación de variables que permita aumentar la producción de carne sin perder las características tanto de calidad como de rusticidad que hacen interesante a esta pastura.

Bibliografía

Altuve S.M., Rollo Pallarés O., Pizzio R.M. (1994). Pasto Nilo (*Acroceras macrum* S.): una buena forrajera para campos bajos subtropicales. Noticias y Comentarios EEA-INTA Mercedes, 296.

Avila R.E., Barbera P., Blanco L., Burghi V., De Battista J.P., Frasinelli C.A., Frigerio K., Gándara L., Goldfarb M.C., Griffa S., Grunberg K., Leal K., Kunst C., Lacorte S.M., Lauric A., Martínez Calsina L., Mc Lean G.D., Nenning F., Otondo J., Petruzzi H., Pizzio R., Pueyo J.D., Ré A.E., Ribotta A., Romero L., Stritzler N., Tomas M.A., Torres Carbonell C., Ugarte C., Veneciano J. (2014). Gramíneas forrajeras para el subtrópico y el semiárido central de la Argentina. Ediciones INTA. Argentina.

Borrajó C.I., Alonso S.I., Monterubbianesi G. (1997) Caracterización de poblaciones naturalizadas de agropiro. 1. Porte, color y altura. Revista Argentina de Producción Animal 17(4):395-403.

Clatzle A. (2007). Especies exóticas para el Chaco, adaptación y potencialidades. Brangus, 29(54), 88-92.

Dayleni Fortes D., Valenciaga D., García C.R., Cruz A.M., García M., Romero A. (2014). Comportamiento morfoagronómico de tres variedades forrajeras de *Megathyrsus maximus* en el período lluvioso. Cuban Journal of Agricultural Science, 50 (1)

Ferrari Usandizaga, S.C; Brugnoli, E.A., Weiss, A.I., Zilli, A.L., Schedler, M., Pagano, E.M., Martinez E.J, Acuña C.A. (2015). Genetic and morphological characterization of *Acroceras macrum* Stapf. Grass and Forage Science, 70 (4), 695–704.

Ferrari Usandizaga, S.C. (2015). Sistemas genéticos y diversidad en *Acroceras macrum* Stapf. Tesis Doctoral, UNR, Doctorado en Cs. Agrarias, Zaballa, Santa Fe.

Garbulsky M.F., Deregibus V.A. (2004). Country Pasture-Forage Resource Profiles Argentina. Marzo de 2016. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/Argentina/argentina.htm>.

Lascano C.E. (1991). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 6ta Reunión del Comité Asesor. C. Spain (eds.). CSIRO- Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Losa H.J. (1993). Morfología y fisiología de los pastos. Reporte técnico N°4. Departamento de nutrición y control de calidad. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, N.L., México.

Olivares A. La morfofisiología de especies forrajeras como base del manejo de pastizales. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/114-morfosiologia.pdf

Rhind J.M.L.C., Goodenough D.C.W. (1979). *Acroceras macrum* Stapf (Nile grass), a review. Proceeding of Grassland Society of South Africa, 14, 27-36.

Rodrigo J.M., Zappacosta D., Bonaventure G, Echenique V. (2012). Efectos del estrés abiótico sobre la expresión de la apomixis en pasto llorón. Ciencias Agronómicas, 20 (12), 79-79.

Skerman P.J., Riveros F. (1992). Gramíneas tropicales. FAO, Rome, Italy.

Ugarte C.C. (2013). Ecofisiología de Plantas Forrajeras. Voces y Ecos, 37, 37-42. INTA E.E.A. Reconquista.

Wade M.H., Agnusdei M. (2001) Morfología y Estructura de las especies Forrajeras y su relación con el Consumo. www.produccion-animal.com.ar